

# ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

**В.Н. Волкова**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*  
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29  
E-mail: violetta\_volkova@ilist.ru

**Ключевые слова:** аксиоматика; проблема; проектирование; системный анализ; теория систем; управление.

**Аннотация:** Поскольку в настоящее время термин «системный анализ» использовался в научных публикациях неоднозначно, поставлена задача: проанализировать истоки возникновения термина, направления его использования и перспективы развития. Кратко характеризуются работы по направлениям: системный анализ как синоним термина «анализ систем», системный анализ как средство работы с целями, прогнозирования и планирования, как методология решения проблем, как средство моделирования процессов, как прикладная теория систем. Обсуждается отличие проектирования и управления в неживых / технических и живых системах. Поставлена проблема – возможно ли аксиоматическое построение системного анализа как прикладной теории систем.

## 1. Введение

Термин “System Analysis” впервые появился в 1948 г. в отчетах американской некоммерческой организации RAND (англ. Research and Development – исследования и разработки), которая выполняет функции стратегического исследовательского центра, работающего по заказам правительства, вооружённых сил и связанных с ними организаций США, и первоначально использовался в основном в связи с задачами военного управления США [1, с. 167, 299].

Термин используется в научных публикациях неоднозначно. Поэтому в статье приведен краткий анализ истоков возникновения термина, вариантов его использования, и обсуждаются перспективы развития системного анализа как прикладной научной теории.

## 2. Неоднозначное использование термина «системный анализ»

### 2.1. Системный анализ – синоним термина «анализ систем»

Первые работы корпорации RAND основаны на развитии методологии исследования операций. В этих работах термин «системный анализ» используется как синоним термина «анализ систем». Представление об этих работах можно получить в переводе коллективной монографии под ред. Э. Квейда [2], подготовленной как переработанное изложение курса лекций по анализу систем, прочитанных ведущими сотрудниками корпорации RAND для руководящих работников министерств обороны и промышленности США в 1955 г. и в 1959 г. Название оригинала этой монографии – “Analysis For Military Decisions” – «Анализ военных решений». Однако во введении оговорено, что *анализ систем «... не является понятием, связанным исключительно с*

военными системами» и «... представляет собой подход к рассмотрению или способ рассмотрения сложных проблем выбора в условиях неопределенности» [2, с. 27]. Поэтому переводное советское издание названо иначе, но, поскольку большинство примеров, приведенных в книге, связано с решением военных проблем, книга имеет подзаголовок «*Методология анализа при подготовке военных решений*».

## **2.2. Системный анализ – средство работы с целями, прогнозирования и планирования**

Первой методикой системного анализа, в которой были определены порядок, методы формирования и оценки приоритетов элементов структур целей (названных в методике *деревами целей*), была методика ПАТТЕРН (PATTERN – Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevans Number – помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) [3].

Назначением, конечной целью создания системы ПАТТЕРН была подготовка и реализация планов обеспечения военного превосходства США над всем миром. Перед разработчиками методики была поставлена задача — связать военные и научные планы правительства США.

Главное достоинство методики ПАТТЕРН состоит в том, что в ней определены классы критериев оценки *относительной важности, взаимной полезности, состояния и сроков разработки* («состояние — срок»). Эти классы критериев в различных модификациях используются в ряде других методик и до сих пор являются основой при определении системы оценок составляющих структур целей. Что касается собственно формирования структуры целей, то из опубликованных материалов известно, что в различных модификациях методики разным уровням иерархии предлагается присваивать разные названия: направления, комплексные проблемы, программы и т. п. Логика же формирования структуры, как отмечали сами авторы, не отработывалась.

Ощущая этот недостаток, российские ученые с самого начала применения системного анализа основное внимание уделяли разработке принципов и приемов формирования первоначального варианта структуры целей («дерева целей»), составляющие которого подлежат затем оценке и анализу. Разработаны методики структуризации целей и функций систем управления (см. в [4–6 и др.] и автоматизированные диалоговые процедуры для их реализации [7, 8 и др.].

В публикациях долгое время термин широко использовался в исходном понимании, т. е. для работы с целями. Д. Клиланд и В. Кинг определяют системный анализ как «*приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием*» [9]. В работах ЦЭМИ уточняется – с целевой стадией планирования [10]. Ю.И. Черняк считает системный анализ методологией исследования целенаправленных систем [11]. Э. Янч связывает его с прогнозированием научно-технического прогресса [1]. Р. Акофф – с целеобразованием и интерактивным планированием [12].

## **2.3. Системный анализ – методология решения проблем**

Широкое распространение термин «системный анализ» получил после выхода книги руководителя крупной исследовательской лаборатории в США Станфорд Л. Оптнера (Stanford L. Optner. “Systems Analysis for business and Industrial problem solving”) в 1965 в New Jersey и в 1969 г. В СССР [13]. Во вступительной статье к этой книге, написанной С.П. Никаноровым, инициировавшим ее перевод, поясняется, что системный анализ понимается как *методология решения проблем*. В подобном смысле трактует этот термин Ю.И. Черняк [12], считая, что системный анализ помогает преодолеть сложность проблемы, и называя одну из книг «Простота сложного» [14].

В результате системный анализ начинает трактоваться не только как методология работы с целями, но и в более широком смысле – как системное управление организацией [15]. Для этого разрабатывают методики, определяющие этапы проведения исследования. При этом в методиках этапы по-разному детализированы: у Э. Квейда – 5 [2], у С. Оптнера – 13 [13], у С. Янга – 10 [15], у Ю.И. Черняка – 12 этапов делятся на подэтапы [12]. Примеры этапов приведены в [16, с. 218-220].

#### **2.4. Системный анализ – средство моделирования процессов**

В 1958 г. консалтинговой фирмой «Буз, Ален и Гамильтон» совместно с корпорацией «Локхид» по заказу Подразделения специальных проектов ВМС США в составе Министерства обороны США был разработан метод PERT (**PERT** — **P**rogram (**P**roject) **E**valuation and **R**eview **T**echnique — метод оценки и анализа проектов). Этот метод разработан для упрощения планирования и составления графических моделей выполнения сложных проектов типа диаграмм Ганта и др., для анализа времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи и определение минимального необходимого времени для выполнения всего проекта. В СССР этот метод был отнесен к одному из разделов теории управления большими системами – к теории сетевых методов планирования и управления (СПУ).

В 1965 г. при Научно-исследовательском секторе МГПИ им. В.И. Ленина был создан хозрасчётный Сектор СПУ, который возглавил П.Г. Кузнецов. Этот сектор в 1967 г. был преобразован в ЛаСУРс (Лабораторию систем управления разработками систем). В ЛаСУРс был разработан *проблемно-ориентированный подход*, основанный на методологии *системного анализа*. В развитие PERT в ЛаСУРс под руководством П.Г. Кузнецова была разработана система «СКАЛАР» и сопровождающая система «СПУТНИК». Основу этих систем составляет сетевая модель хода выполнения НИР.

Активно сотрудничал с ЛАСУРс С.П. Никаноров, который первым, до издания книги “PERT Guide for Management Use” [17] организовал перевод основных положений метода для служебного пользования и подготовил словарь терминов [18]. С кон. 1960-х – нач. 1970-х гг. С.П. Никаноров предложил *систему управления разработками (СУР), методологию концептуального анализа и проектирования систем организационного управления (КП СОУ)* [19], а в последующем с учетом трудности реализации КП СОУ создал *метод комплексирования частных подходов*.

Разработки П.Г. Кузнецова и С.П. Никанорова являются одним из первых прототипов современных CASE-средств системного анализа.

#### **2.5. Системный анализ в проектировании**

Системный анализ широко применяется при управлении проектами в различных отраслях и в управлении техническими, человеко-машинными, социально-экономическими и др. системами.

Однако исследования показали, что проектирование технических комплексов, т.е. неживых систем, принципиально отличается от создания открытых систем с активными элементами, поведение которых (в том числе социально-экономических систем, особенно в условиях внедрения новых информационных технологий искусственного интеллекта) приближается к поведению живых организмов. «Ручки, ножки, огуречик – вот и вышел человечек» – невозможно. Поэтому термин «проектирование» еще в 1970-е гг. заменяли терминами «реорганизация», «создание», «корректировка» и т.п. А Ф.Е. Темников предложил «выращивать» информационную систему на основе исходного перечня функций и средств их реализации, который в последующем назвали «ген» Темникова [20, 21]. Под влиянием этой идеи была разработана концепция *постепенной формализации моделей принятия решений* [22], «выращивания» системы.

### 3. Перспективы системного анализа

#### 3.1. Системный анализ как прикладная теория систем

Неоднозначное использование термина способствовало его трактовке в широком смысле как направления, основанного на *системном подходе*, как «совокупность методов и средств, используемых при исследовании и конструировании сложных систем (объектов) [23]. В таком понимании можно считать, что системный анализ – это *прикладная теория систем*, применяемая при решении сложных слабоформализуемых проблем, междисциплинарная наука, принципиальными особенностями которой является [16]: а) разделение целого на части на основе методов декомпозиции, и представление сложного в виде совокупности более простых компонентов, лучше поддающихся исследованию, при сохранении целостности исследуемого объекта или процесса, что обеспечивается исходно принятой концепцией системы; б) разработка *методики* (последовательности действий, алгоритма) реализации исследования с применением различных методов, включая математические методы формализованного представления систем (МФПС) и качественные методы, которые называют методами активизации использования интуиции и опыта специалистов (МАИС); в) методы работы с целями, методика и автоматизированные процедуры структуризации целей.

#### 3.2. Возможно ли аксиоматическое построение системного анализа как прикладной теории систем?

Для междисциплинарных научных направлений создать единую строгую аксиоматику, подобную аксиоматике арифметики, геометрии, формальной логики, не представляется возможным. В то же время развитие любого научного направления на определенном этапе требует формирования методологии в формализованном виде, определенных границ ее применения. В настоящее время аксиоматику предлагается трактовать не только в исходном строгом смысле, но и как определенную систему ограничений, в рамках которых можно формулировать некоторые рекомендации по применению теории [24], как *«развивающий фундамент существующих наук»*, *«позволяющий создавать масштабно развивающиеся новые классы систем, использующие дополнительные области знаний»* [25]. При такой трактовке возможно стратифицированное построение аксиоматики теории систем, которое связано с уровнями развития материи или с классификацией проблем и систем (напр., [26]). А соответственно, можно говорить об аксиоматике системного анализа как прикладной теории систем.

### 4. Заключение

На основе проведенного исследования неоднозначного использования термина «системный анализ» очевидно, что он развивался как обобщающее направление, объединяющее разнообразные системные исследования. В то же время наблюдается стремление считать системный анализ междисциплинарной прикладной теорией систем и превратить его в строгую науку, вплоть до аксиоматической теории.

В принципе при современном расширенном толковании аксиоматического метода возможно создать многоуровневую аксиоматику теории систем и системного анализа. Однако – нужно ли? При создании строгой аксиоматики безусловны ограничения. Как показал опыт, именно широкое толкование термина «системный анализ» позволило

получить много практически полезных результатов и новых научных направлений, развившихся на основе возникновения новых методов системного анализа.

## Список литературы

1. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 592 с.
2. Анализ сложных систем: Методология анализа при подготовке военных решений / Под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио, 1969. 520 с.
3. Лопухин М.М. ПАТТЕРН (метод планирования и прогнозирования научных работ). М.: Сов. радио, 1971. 160 с.
4. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. 367 с.
5. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высшая школа, 2004. 616 с.
6. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.; изд. 2-е: М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. 848 с.
7. Волкова В.Н. и др. Автоматизированные диалоговые процедуры для формирования и анализа целей и функций систем управления / Под ред. В.Н. Волковой. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2015. 64 с.
8. Волкова В.Н., Горелова Г.В., Ефремов А.А. и др. Моделирование систем и процессов: практикум для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. М.: Юрайт, 2016. 295 с.
9. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. М.: Сов. радио, 1974. 280 с.
10. Целевая стадия планирования и проблемы принятия технико-экономических решений. М.: ЦЭМИ, 1972. С. 6-18.
11. Черняк Ю.И. Системный анализ в экономике. М.: Экономика, 1975. 191 с.
12. Акофф Р. Менеджмент в XXI веке: Преобразование корпорации / Перевод с англ. Ф.П. Тарасенко. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2006. 418 с. С. 55-57.
13. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем: монография / Пер. с англ. и вступ. ст. С.П. Никанорова. М.: Сов. радио, 1969. 216 с.
14. Черняк Ю.И. Простота сложного. М.: Знание, 1975. 206 с.
15. Янг С. Системное управление организацией / Перевод с англ.; ред. С.П. Никаноров, С.А. Батасов. М.: Сов. радио, 1972. 456 с.
16. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ / Изд. 3-е. М.: Юрайт, 2022. 562 с.
17. Миллер Р.В. ПЕРТ – система управления / Перевод с англ.; предисл. И.М. Сыроежина. М. Экономика, 1965. 202 с.
18. Словарь терминов по системе PERT / Сост. С.П. Никаноров по «Руководству по системе PERT/Cost». ОНТИ. М., 1963. 31 с.
19. Никаноров С.П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. Сер.: Концептуальный анализ и проектирование. История направления. М.: Концепт, 2006. 312 с.
20. Волкова В.Н., Леонова А.Е., Логинова А.В. «Ген» Ф.Е. Темникова и «выращивание» системы // Системный анализ в проектировании и управлении. В 3 ч. Ч. 1: сб. научных трудов XXV Международной научной и учебно-практич. конф. СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 81-89.
21. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. Семь идей профессора Ф.Е. Темникова: от теории измерений к высшим системам // Датчики и системы. 2016. № 10. С. 65-80.
22. Волкова В.Н. Постепенная формализация моделей принятия решений. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. 120 с.
23. Большая российская энциклопедия: [в 35 т.] / Гл. ред. Ю.С. Осипова; 2004-2017. Т. 30.
24. Кузьмин Е.С. Система «Человек и мир» / Науч. ред. В. И. Березовский. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. Т. 1, 2. 314 с.
25. Козлов В.Н. Аксиоматические методы для синтеза систем управления с элементами искусственного интеллекта // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. научных трудов XXVI Междунар. науч.-практич. конф. 2022. Ч. 1. СПб.: Политех-Пресс, 2023. С. 40-43.
26. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. О возможности аксиоматического построения междисциплинарных научных направлений // Современный научный вестник: Научно-теоретический и практический журнал. № 29 (225). Белгород: Руснаучкнига, 2014. С. 13-19.